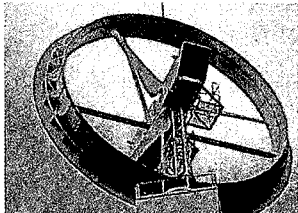
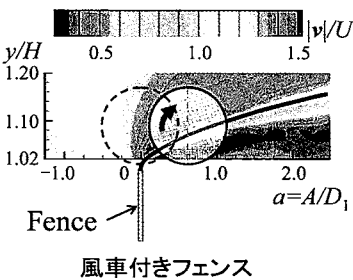


平成23年度 RSET 部門別研究成果報告書

部門名	（第2部門） 自然エネルギー活用	部門長	木綿 隆弘
平成23年度の研究成果及び活動等を記載してください。 1. 研究成果の概要、2. 本年度の実施計画概要に対応した成果報告及び活動報告、 3. ロードマップから見る研究成果の位置づけ、4. 反省点、5. 研究成果をアピールするポンチ絵など 注：本年度の業績や今後の研究課題の設定などに関しては、別紙に記載してください。			
<p><b>1. 研究成果の概要</b></p> <p>小規模分散型の風力・水力・地熱エネルギー利用装置の開発に関して、錨付きディフューザーによるプロペラ風車、及びフェンス上部に設置したクロスフロー風車の出力向上の条件を明らかにした。水流中で自励振動する角柱と磁歪材料による高出力振動発電技術の可能性を見出した。さらに、地下水熱を利用した暖冷房装置の設計準備を行った。</p> <p>液体バイオ燃料用内燃機関による変動補完発電システムの開発と分散発電システムの構築に関しては、微小液滴生成機構およびその機構解明、小型汎用内燃機関を用いた燃焼特性検証システムの構築を行った。その結果、空間的に大きな温度変化がある場においても液滴の蒸発速度は大きく変わらないことが明らかとなった。</p> <p><b>2. 本年度の実施計画概要に対応した成果報告及び活動報告</b></p> <p>本年度は下記のように6つの課題について取り組んだ。なお、①～④は木綿・木村・上野、⑤～⑥は榎本・山本・金子が担当した。</p> <p><b>①錨付きディフューザーによる高効率なプロペラ風車の設計・開発</b></p> <p>増速効果を利用した錨つき集風シュラウド装置とプロペラ風車を組み合わせることにより風車出力の増加が期待される。ローター直径 80m 級の 1/100 モデル機を製作し、風洞により風車の出力特性、及び集風シュラウド内の風速分布について測定した。その結果、MEL081 翼型で錨高さ 80mm の風車出力は、風車単体の出力に比べて約 1.5 倍になることを明らかにした。</p>  <p>集風シュラウド付き風車</p> <p><b>②フェンス上部の増速領域を利用した高出力なクロスフロー風車の設計・開発</b></p> <p>クロスフロー風車付き道路用フェンスは、風速が増加するフェンス上部に風車を設置することで、より多くの電力を発生させ、ドライバーのための誘導灯用の独立電力源として機能する。風洞実験により、フェンスに対するクロスフロー風車の設置位置と出力との関係を調べ、時計回転で隙間が小さく、風車がフェンスに対してやや後方にある場合に出力が、風車単体に比べて、約 2.5 倍増大することを明らかにした。</p>  <p>風車付きフェンス</p> <p><b>③河川などの水流中で自励振動を生じる構造物（角柱など）による振動発電装置の設計・開発</b></p> <p>鉄ガリウム合金の磁歪材料を用いた振動発電技術は、従来の圧電素子などを用いたものに比べて、高</p>			

出力、高効率、高耐熱性、低出力インピーダンスの特徴を有した実用的なものである。本磁歪材料を用いた振動発電デバイスの設計・試作・評価を行った。特に、小型水力振動発電への応用に向けた回流水槽でのモデル実験を行い、辺長比小さい角柱で生じる低速ギャロッピングに注目し、辺長比 0.2 角柱が最も低い流速で振動が発生することを明らかにし、その条件下での振動発電の可能性を見出した。



小型振動発電素子

#### ④地下水などの地中熱を利用した暖冷房装置の設計・開発

地下帯水層に埋設された、同軸熱交換器内を循環する流体の温度変化について、流量や熱交換器周囲の熱伝達率をパラメータにした数値解析プログラムを開発した。地中に大容量の水槽を設置したときの、地中熱利用に対する利点について、集中熱容量法に基づいた解析を行い、水槽内を地下水が貫流する構造が極めて有効であることを見出した。

#### ⑤様々なバイオマス燃料に対応した燃焼状態計測システムの設計・開発

一般的な噴霧を校正する液滴程度の大きさ(直径数 $\mu\text{m}$ )を高い精度で再現、計測するシステムの開発に成功した。その結果、生成された液滴は温度場の空間変動に依存せず一定の速度で蒸発することを明らかにした。

#### ⑥市販の汎用内燃機関の改良と各燃料毎の最大効率運転条件の探査

汎用単気筒火花点火機関を改良、点火時期および燃料噴射時期を自由に制御できるシステムの開発に成功した。その結果、灯油をガソリンに 50vol%混入しても始動性や出力に大きな支障がないことが明らかにした。

### 3. ロードマップから見る研究成果の位置づけ

(1)高効率・低騒音な風力発電システムの開発の「①集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発」に関しては、増速効果を利用した風車の技術開発の初期段階である方向性が見出されたと言える。「②静穏な風車の開発」に関しては、来年度から準備を始める。

(2)風力発電出力変動補完用燃焼システムの開発の「①マイクロ波を用いた高応答性燃焼促進システムの開発」に関して、加熱部構造の最適化および応答速度の改善を実施し、定量的評価に耐えられる装置として完成しつつある。「②液体バイオ燃料用内燃機関による変動補完発電システムの開発」に関して、内燃機関試験装置はほぼ整ったので、多様な燃料に対する特徴を検証する。

### 4. 反省点

「(1)の①集風加速装置を用いた高効率な風力発電システムの開発」に関して、部門代表者が開発した可変ピッチ式H形ダリウス風車への増速効果を利用した付帯装置の設計が今年度、進まなかった。補完用燃焼システムは具体的なデータ取得に至っていないので、安定した運用ができるシステムの完成を目指したい。

## 平成23年度 第2部門 RSET 部門別研究成果リスト

## 1. 研究論文（学術雑誌掲載のもの）

番号	題 目	掲載誌 巻・号・頁	発表年月	著者名	レベルの 自己判定
1	Flow Structure of a Coaxial Circular Jet with Axisymmetric and Helical Instability Modes	Journal of Fluid Science and Technology, Vol. 6, No. 4, pp.437-452	2011, 7	Kiwata, T. Usuzawa, T. Komatsu, N. Kimura, S. Oshkai, P.	4
2	Effects of Ethanol Ratio and Temperature on Gasoline Atomizing using Local-contact Microwave-heating Injector	Society of Automotive Engineers, 2011-32-0582	2011.11	T. T. Huong H. Enomoto K. Nishioka M. Kushita T. Sakitsu N. Ebisawa	3
3	Evaluation of miniature magnetostrictive actuator using Galfenol under tensile stress	JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, 44	2011,4	T. Ueno H. Miura S. Yamada	3
4	Simultaneous Updating of Model and Controller Based on Fictitious Reference Iterative Tuning	SICE Journal of Control Measurement and System, Integration, vol. 4, no. 1, pp. 63-70	2011.1	O. Kaneko M. Miyachi T. Fujii	3
他 8 件					
(レベルの自己判定について4段階で記入)					
4. 国際的に高水準の成果					
3. 国際水準または国内高水準の成果					
2. 外国語による公表または国内水準の成果					
1. 国内誌等への公表成果					

## 2. 研究論文（国際会議のプロシーディング）

番号	発 表 論 文 題 目 (国際会議名、開催地等)	掲載誌 巻・号・頁	発表年月	著者名	国際会 議の評 価を自 己判定
1	Wind Protection and Performance of a Cross-flow Wind Turbine Located above a Windbreak Fence (13th International Conference on Wind Engineering, Amsterdam, NETHERLANDS)	Proceedings of the 13th International Conference on Wind Engineering, pp.1-8 (USB)	2011, 7	Nakata, H. Kiwata, T. Furumichi, H. Kimura, S. Komatsu, N. Oshkai, P.	A
2	Washout Control of a Cyclic Vehicular Traffic Flow	Preprints of the 18th World Congress of the International Federation of Automatic Control, pp. 8421-8426	2011.8	S. Yamamoto E. Sakaguchi	A
3	Effects of Ethanol Ratio and Temperature on Gasoline Atomizing using Local-contact Microwave-heating Injector	Society of Automotive Engineers, 2011-32-0582	2011.11	T. T. Huong H. Enomoto K. Nishioka M. Kushita T. Sakitsu N. Ebisawa	B
他 17 件					

(国際会議の位置付け・評価を自己判定して3段階で記入)

- A. 世界規模あるいは大規模な国際会議・国際シンポジウム等  
B. 中規模の国際会議・国際シンポジウム等  
C. 特定分野・小規模な国際会議・国際シンポジウム等

### 3. 国際会議等の基調講演・招待講演

番号	演 題 (国際会議名、開催地等)	発表年月	著者名・発表者名 (発表者名に*印)
1	可変ピッチ式H形ダリウス風車の性能と回転数制御(基調講演) (日本機械学会 北陸信越支部 第48期総会・講演会、OS7 自然と生物の流れ現象とその有効利用、信州大学繊維学部)	2011,3	木綿隆弘
	他5件		

### 4. 著書、編書

番号	書 名	発 行 所	発行年月	著者名
1	機械工学ハンドブック	朝倉書店、(11. 流れの中の抵抗、pp.431~438 担当)	2011, 10	中島尚正、 岡島 厚、 木綿隆弘、 他170名
	他3件			

### 5. 報告書、解説、資料、展望、総説など

番号	種 別	題 目	掲載誌 巻・号・頁	発表年月	著者名
1	解説	日本における地熱エネルギー開発の現状と世界の動向	機械の研究、Vol. 63, No.10, pp.817-824	2011,10	木村繁男

### 6. 特許等

番号	発明の名称	種別	出願番号	登録番号	氏 名
1	耳穴装着型骨伝導装置	特願	2011-83094		上野 敏幸 三好 正人
	他3件				

### 7. 口頭発表

番号	演 題 (学会名、開催地等)	発表年月	発表者名 (発表者名に*印)
1	拡大・縮小リングを有する円形噴流の流れ特性に関する研究 (第7回生体工学と流体力学に関するシンポジウム講演論文集、pp.8-15, 金沢)	2011, 3	白沢太一* 木綿隆弘 小松信義 木村繁男
	他53件		

## 8. 外部資金の獲得状況について

### （1）科学研究費補助金（研究種目、研究課題名、代表・分担等）

- ・基盤研究(C) (一般)、ノズル内部に設置した偏向板や偏向リングによる噴流の拡散制御に関する研究、代表・木綿隆弘
- ・基盤研究(B)、磁歪式マイクロ振動発電素子を用いた自動車用自律センシングシステムの開発、代表・上野敏幸
- 他 6 件

### （2）政府出資金事業等（事業名、出資機関名、代表・分担等）

- ・MEMS 型発電素子の技術開発、新エネルギーベンチャー技術革新事業 NEDO、分担・上野敏幸

### （3）国、地方、民間等との共同研究（研究題目、機関名、代表・分担等）＜民間の場合には企業名の記載なし＞

- ・小形抗力型垂直軸風力発電機の研究、代表・木綿隆弘
- ・防風・防雪柵に備え付ける風力発電装置の開発、金沢市、代表・木綿隆弘
- ・ERF 次世代風車研究開発、代表・木綿隆弘
- ・オリフィス下流の壁面せん断応力測定、代表・木綿隆弘
- ・クランクシャフト専用研削盤の効果的クーラント潤滑法、代表・木綿隆弘

### （4）受託研究（研究題目、委託機関名、代表・分担等）＜民間の場合には企業名の記載なし＞

なし

### （5）企業・財団等の助成金（賞）（企業・財団等名、研究題目、事業名又は賞名、代表・分担等）

なし

### （6）特許等による研究費（研究費を受ける発明の名称等）

なし

### （7）奨学寄附金（件数）

4 件

## 第2部門 平成23年度 シンポジウム、セミナー、会議等の開催実績

番号	シンポジウム、セミナー、会議等 (開催地、参加者数)	開催年月	開催者名 (責任者名に*印)
1	金沢大学ー北陸先端科学技術大学院大学の合同研究会「第7回 生体工学と流体工学に関するシンポジウム」 特別講演「火山下の熱過程と火山からの熱抽出」江原幸雄 (九州大学工学研究院地球資源システム工学部門・教授) 一般講演「有孔フェンス上部に設置したクロスフロー風車の性能に関する研究ーフェンス遮蔽領域の影響ー」中田博精 (金沢大学大学院・M1) (第1回自然エネルギー活用部門公開シンポジウムに相当、金沢、50名)	2011.3	木綿隆弘* 木村繁男 松澤輝男 坂本二郎 小松信義
2	第1回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢、33名)	2011.4	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義
3	第2回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢、30名)	2011.5	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義
4	第3回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢、31名)	2011.6	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義
5	第4回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢、30名)	2011.7	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義
6	第5回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢、31名)	2011.10	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義
7	第6回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」(金沢、31名)	2011.11	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義

8	第7回自然エネルギー活用部門ミーティング「学生による研究報告」（金沢、30名）	2011.12	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義
9	自然エネルギー活用部門第1回セミナー（北海道大学教授・村井祐一による風力発電の最近のトピックスの紹介）（金沢大学、35名）	2012.1	木綿隆弘*
10	金沢大学－北陸先端科学技術大学院大学の合同研究会「第8回 生体工学と流体力学に関するシンポジウム」 特別講演「エコ水車の開発と普及」池田敏彦（信州大学工学部環境機能工学科・教授） 一般講演「白峰地区流雪溝用投げ込み式小形水車による水力エネルギーの利用」廣瀬利次（金沢大学大学院・M2） （第2回自然エネルギー活用部門公開シンポジウムに相当、金沢、50名）	2012.2	木綿隆弘* 榎本啓士 木村繁男 寺岡喜和 小松信義

平成23年度のテレビ放映、新聞報道など

- ①中日新聞、2011年7月3日【ホームページ:シリーズ現場(石川)】、じわり拡大 金沢産電力 水力や廃棄物発電で自給6%
- ②北陸中日新聞、2011年11月2日【朝刊】、新エネルギーや滞在型観光学ぶ 市議会の2特別委員会
- ③北國新聞、2012年1月24日【朝刊】、車社会を考える金大図書館シンポ
- ④日経ビジネス、2011年11月7日号、技術&トレンド 小型振動発電機(オムロン、村田製作所、金沢大学)
- ⑤北陸中日新聞、2012年2月16日【朝刊】、「エコな白峰」前進 流雪溝で小水力発電 一捨て穴に設置 屋根雪融雪の電源化目標―

## アドバイザーボード報告（第2部門）

### I 自己評価

研究成果の目標達成度：A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い	( B )
<p>研究開始から現在までの達成状況を評価するとともに、課題を整理・解析してコメントして下さい。</p> <p>風力・水力・地熱エネルギー利用装置の開発に関して、プロペラ風車及びクロスフロー風車の出力向上の条件を明らかにした。自励振動する角柱と磁歪材料による振動発電の可能性を見出し、地下水熱を利用した暖冷房装置の設計準備を行った。</p> <p>噴霧を校正する最小単位である液滴を高精度に再現、観察できるシステムの開発に成功した。多様燃料を動力に変換するための汎用システムの開発を行い、安定に運用できるようになった。</p> <p>以上より、概ね目標を達成できたと言える。</p>	
次年度の研究内容と目標は適切か：A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切	( B )
<p>前項の評価を反映させ、課題に対する計画の改善点を明示し、コメントして下さい。</p> <p>次年度は、集風装置を用いたプロペラ風車のデーターを元にした垂直軸風車の性能向上の条件を明確化し、様々な風向に対する風車付きフェンスの性能評価、安定した流力振動が生じる形状の解明化、そして、地下水熱を利用した暖冷房装置の実用化に向けた設計を行う。</p> <p>液滴の観察装置の安定動作を確認した後、運用に必要なデータベース構築を行う。それらの結果から、補完に必要な燃料種の運用方法の提案などを行う</p> <p>以上より、自然エネルギーの活用に向けて概ね目標は適切であると言える。</p>	

### II 外部アドバイザー（東京大学・荒川 忠一先生）のご意見

研究成果の目標達成度：A:高い B:やや高い C:やや低い D:低い	( B )
<p>コメント</p> <p>個々の研究テーマについて、興味深い実験が行われ、成果が挙げられていることを評価する。振動発電について、単純な発電と考えると効率、コストが不合理になることは明らかであり、どのような環境で利用するかといった情報を丁寧に発信してほしい。一方、対外的な発信について、研究発表のみならず、報道や対外的な応対でも、サステナブルエネルギーの積極的な普及活動に努め、RSET および該当部門の国内外における認知に努力を積み重ねてほしい。</p>	
次年度の研究内容と目標は適切か：A:適切 B:概ね適切 C:やや不適切 D:不適切	( B )
<p>コメント</p> <p>研究計画に基づき、着実に遂行されることを期待する。風車を中心とした研究テーマになっていることは、再生可能エネルギーの経済性などの観点から肯けるものの、出力変動を伴うため、出力調整の2次的なエネルギー設備の研究開発の重要性も増している。関連教員も含めて、バイオ燃料を対象にするなど、サステナブルエネルギーに特化した研究グループの構築を確実に進めていただきたい。</p>	



## 第2部門アドバイザーボード会合の報告

開催日時： 2012年2月11日（土） 10:00～13:20

開催場所： 金沢大学 自然科学3号館Bブロック3階機能機械会議室（3B315）

RSET第2部門担当アドバイザー：東京大学大学院 教授 荒川 忠一先生

RSET第2部門教員：木綿 隆弘（部門長）、榎本 啓士

スケジュール：

- （1） 10：00～11：30 第2部門の概要・年次計画・ロードマップ・今年度の研究成果の説明  
と第2部門の研究方針についての意見交換
- （2） 11：30～12：00 実験室見学（ハードラボ4）
- （3） 12：10～13：20 昼食会&懇談

内容：

（1）第2部門の概要と研究計画についての説明

木綿部門長より、配付資料に基づき、自然エネルギー活用部門の研究テーマの「①小規模分散型風力・水力・地熱エネルギー利用装置の開発」、「②液体バイオ燃料用内燃機関による変動補完発電システムの開発と分散発電システムの構築」と、今年度の研究成果、来年度の研究計画、10年間の年次計画について説明があり、第2部門の研究の方向性について示された。

（2）意見交換

第2部門全体の研究テーマ設定と方向性、および個々の研究について、荒川先生からご意見を頂いた。コメントを纏めたものを以下に示す。

- ① 研究テーマの設定と方向性について、問題はない。
- ② 個々の研究テーマについて、興味深い実験が行われ、成果が挙げられている。
- ③ 風車を中心とした研究テーマになっていることは、再生可能エネルギーの経済性などの観点から肯けるものの、出力変動を伴うため、出力調整の2次的なエネルギー設備の研究開発の重要性も増している。
- ④ 振動発電について、単純な発電と考えると効率、コストが不合理になることは明らかであり、どのような環境で利用するかといった情報を丁寧に発信する必要がある。
- ⑤ 対外的な発信について、研究発表のみならず、報道や対外的な対応でも、サステナブルエネルギーの積極的な普及活動に努め、RSETおよび該当部門の国内外における認知に努力を積み重ねる。
- ⑥ バイオ燃料を対象にするなど、サステナブルエネルギーに特化した研究グループ（関連教員も含め）の構築を確実に進める必要がある。
- ⑦ 研究計画に基づき、着実に遂行されることを期待する。

（3）実験室見学

ハードラボ4にある風力発電用風車の開発に使用している多目的風洞システム装置と流力振動発電の実験に使用している回流式水槽装置、液体バイオ燃料用の小型汎用内燃機関装置などの見学を行った。